

RECEIVER FOR DIGITAL AUDIO BROADCAST

Patent Number: JP10336142
Publication date: 1998-12-18
Inventor(s): MINO OSAMU
Applicant(s): FUJITSU TEN LTD
Requested Patent: ☐ JP10336142
Application Number: JP19970144141 19970602
Priority Number(s):
IPC Classification: H04J11/00; H03G3/30
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To smoothly perform automatic gain control in a receiver for digital audio broadcast.

SOLUTION: A receiver which performs digital modulation of multi carrier and receives digital audio broadcast in each frame having no-modulation null symbol at its head is provided with; automatic gain control parts 2, 3 and 21 which control amplification gain of a received signal based on electric field strength information that is acquired after converting the received signal into a base data signal; and a receiving level fluctuation detecting part 10 which performs envelope-detection of a received signal in one frame section, detects fluctuations of an envelope-detected signal and reduces response time constant of amplification gain in the automatic gain control parts when detected fluctuations are large.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-336142

(43) 公開日 平成10年(1998)12月18日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 4 J 11/00

H 0 4 J 11/00

Z

H 0 3 G 3/30

H 0 3 G 3/30

B

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-144141

(22) 出願日 平成9年(1997)6月2日

(71) 出願人 000237592

富士通テン株式会社

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号

(72) 発明者 三野 修

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号

富士通テン株式会社内

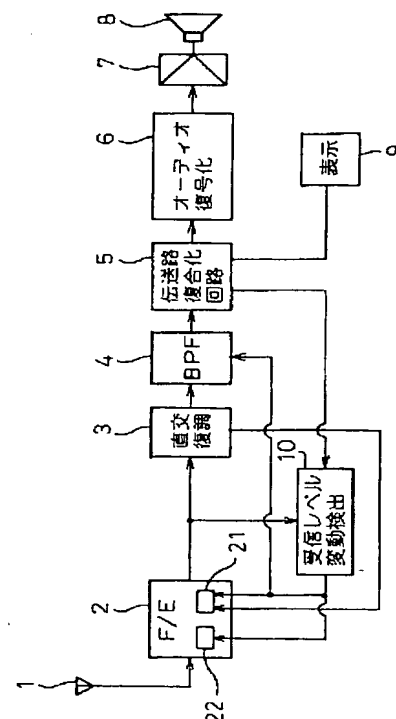
(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

(54) 【発明の名称】 デジタルオーディオ放送の受信装置

(57) 【要約】

【課題】 デジタルオーディオ放送の受信装置において、自動利得制御を滑らかに行う。

【解決手段】 マルチキャリアにデジタル変調を行って先頭に無変調のヌルシンボルを有するフレーム毎にデジタルオーディオ放送を受信する受信装置において、受信信号をベースデータ信号に変換した後に得られる電界強度情報を基に受信信号の増幅利得を制御する自動利得制御部2、3、21と、1フレームの区間の受信信号をエンベロープ検波し該エンベロープ検波信号の変動を検出して検出変動が大きい場合には自動利得制御部での増幅利得の応答時定数を小さくする受信レベル変動検出部10とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マルチキャリアにデジタル変調を行って先頭に無変調のヌルシンボルを有するフレーム毎にデジタルオーディオ放送を受信する受信装置において、受信信号をベースデータ信号に変換した後に得られる電界強度情報を基に受信信号の増幅利得を制御する自動利得制御部と、

1 フレームの区間の受信信号をエンベロープ検波し該エンベロープ検波信号の変動を検出して検出変動が大きい場合には自動利得制御部での増幅利得の応答時定数を小さくする受信レベル変動検出部とを備えることを特徴とするデジタルオーディオ受信装置。

【請求項 2】 前記受信レベル変動検出部はエンベロープ検波信号に対してスレッショールドを設け、エンベロープ検波信号がスレッショールドを越える回数によりエンベロープ検波信号の変動を検出することを特徴とする、請求項 1 に記載のデジタルオーディオ受信装置。

【請求項 3】 前記受信レベル変動検出部はエンベロープ検波信号に発生する周期によりエンベロープ検波信号の変動を検出することを特徴とする、請求項 1 に記載の

【請求項 4】 前記受信レベル変動検出部はベースデータ信号のデジタル復調後の情報に基づいてヌルシンボルの後に続く位相リファレンスのシンボルの部分でエンベロープ検波信号の変動を検出し残りのフレームの部分に対して自動利得制御部での増幅利得の時定数を小さくすべきかを判断することを特徴とする、請求項 1 に記載のデジタルオーディオ受信装置。

【請求項 5】 前記受信レベル変動検出部は 1 フレームのヌルシンボルの区間の受信信号をエンベロープ検波し該エンベロープ検波信号の変動を検出して検出変動が大きい場合には自動利得制御部での増幅利得の応答時定数を小さくする受信レベル変動検出部とを備えることを特徴とする、請求項 1 に記載のデジタルオーディオ受信装置。

【請求項 6】 さらに、受信信号から変換されたベースデータ信号の帯域を制限する帯域通過フィルタを設け、前記受信レベル変動検出部は前記受信レベル変動検出部は 1 フレームのヌルシンボルの区間の受信信号をエンベロープ検波し該エンベロープ検波信号の変動を検出して検出変動が大きい場合には前記帯域通過フィルタの帯域を狭くすることを特徴とする、請求項 1 に記載のデジタルオーディオ受信装置。

【請求項 7】 さらに、デジタルオーディオ放送を受信するアンテナに入力レベルを減衰するアッテネータを設け、前記受信レベル変動検出部は前記受信レベル変動検出部は 1 フレームのヌルシンボルの区間の受信信号をエンベロープ検波し該エンベロープ検波信号の変動を検出して検出変動が大きい場合には前記アッテネータの減衰量を大きくすることを特徴とする、請求項 1 に記載のデ

ジタルオーディオ受信装置。

【請求項 8】 前記受信レベル変動検出部は 1 フレームの区間の受信信号をエンベロープ検波しヌルシンボルと他のシンボルとのエンベロープ検波信号レベルを求め他のシンボルに対してヌルシンボルのエンベロープ信号レベルの割合が所定値より小さい場合には自動利得制御部での増幅利得の応答時定数を小さくすることを特徴とする、請求項 1 に記載のデジタルオーディオ受信装置。

【請求項 9】 前記受信レベル変動検出部は 1 フレームの区間の受信信号をエンベロープ検波し該エンベロープ検波信号の変動を検出して検出変動が大きい場合には次のフレームで自動利得制御部での増幅利得の応答時定数を小さくする受信レベル変動検出部とを備えることを特徴とするデジタルオーディオ受信装置。

【請求項 10】 前記受信レベル変動検出部は、受信モードに応じて、1 フレームの区間の受信信号をエンベロープ検波し該エンベロープ検波信号の変動を検出して検出変動が大きい場合には自動利得制御部での増幅利得の応答時定数を小さくする受信レベル変動検出部とを備えることを特徴とする、請求項 1 に記載のデジタルオーディオ受信装置。

【請求項 11】 マルチキャリアにデジタル変調を行ってフレーム毎にデジタルオーディオ放送を受信する受信装置において、受信信号をベースデータ信号に変換した後に得られる電界強度情報を基に受信信号の増幅利得を制御する自動利得制御部と、前記ベースデータ信号を周波数分析し、誤り訂正処理を行った後の復調エラー信号を入力して該復調エラー信号が所定レベルよりも大きく、エラーが多い場合には受信信号の変動が大きいとして自動利得制御部での増幅利得の応答時定数を小さくする受信レベル変動検出部とを備えることを特徴とするデジタルオーディオ受信装置。

【請求項 12】 マルチキャリアにデジタル変調を行ってフレーム毎にデジタルオーディオ放送を受信する受信装置において、受信信号をベースデータ信号に変換した後に得られる電界強度情報を基に受信信号の増幅利得を制御する自動利得制御部と、前記ベースデータ信号を周波数分析し、1 フレームのマルチキャリアの各レベルについて今回のフレームと前回のフレームとを比較して今回フレームが小さい場合には受信信号の変動が大きいとして自動利得制御部での増幅利得の応答時定数を小さくすることを特徴とするデジタルオーディオ受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はデジタルオーディオ放送 (DAB) の受信装置に関し、特に自動利得制御 (AGC) が滑らかに行える受信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】上記デジタルオーディオ放送として直交周波数分割変調方式（OFDM）が採用されている。OFDMはマルチキャリア変調方式であり、送信信号は多数のデジタル変調波を加え合わせたものである。各デジタル変調波の変調方式として、例えば、QPSK（Quadrature Phase Shift Keying）が使用されている。また、OFDMの受信モードとして放送形態に応じてモードI、II、IIIがある。

【0003】図12はデジタルオーディオ放送に関するデータのフレームを説明する図である。本図に示す如く、フレームはヌルシンボル、位相リファレンス、FIC（Fast Information Channel）チャンネル、MSC（Main Service Channel）チャンネルからなる。ヌルシンボルは無変調であり、位相リファレンスは基準データ伝送用であり、FICチャンネルは主に制御データ伝送用であり、MSCチャンネルはオーディオ、データ伝送用である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、デジタルオーディオ放送の受信装置には自動利得制御が採用されている。デジタルオーディオ放送はマルチキャリア変調方式を採用しているので、ベースバンド信号がバースト波信号に近い形態となっている。このような信号にAGCをかけた場合には、信号レベルがゼロであるヌルシンボルがあるため、AGCの応答を速くするため時定数を小さくしなければならない。しかし、受信装置が車両に搭載されている場合には、ビルの影に入ったりすると、マルチパスの影響を受け信号レベルが激しく変動する。このとき、AGCの応答が速いとオーバーシュートに起因してAGCが信号レベルの変動に追従できなくなるという問題がある。このような改善策としてキード（Keyed）AGCがある。キードAGCはテレビジョン受像機のAGCとして使用され、水平同期信号の期間だけ選び出してAGC電圧が印加されるようにしたもので、衝撃性雑音が多い場所に使用される。しかし、キードAGCを本受信装置に適用するためには、ヌルシンボルを除いた信号だけを選び出す必要があるが、マルチパスを受けて信号レベルが低下するときヌルシンボルと間違えてAGC電圧が印加されないという問題がある。

【0005】したがって、本発明は上記問題点を鑑み、マルチパスの影響を受けても滑らかにAGC動作を行うことができるデジタルオーディオ受信装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記問題点を解決するために、マルチキャリアにデジタル変調を行って先頭に無変調のヌルシンボルを有するフレーム毎にデジタルオーディオ放送を受信する受信装置において、受信信号をベースデータ信号に変換した後に得られる電界

強度情報を基に受信信号の増幅利得を制御する自動利得制御部と、1フレームの区間の受信信号をエンベロープ検波し該エンベロープ検波信号の変動を検出して検出変動が大きい場合には自動利得制御部での増幅利得の応答時定数を小さくする受信レベル変動検出部とを備えることを特徴とする。

【0007】具体的には、前記受信レベル変動検出部はエンベロープ検波信号に対してスレッシュホールドを設け、エンベロープ検波信号がスレッシュホールドを越える回数によりエンベロープ検波信号の変動を検出し；エンベロープ検波信号に発生する周期によりエンベロープ検波信号の変動を検出し；ベースデータ信号のデジタル復調後の情報に基づいてヌルシンボルの後に続く位相リファレンスのシンボルの部分でエンベロープ検波信号を変動を検出し残りのフレームの部分に対して自動利得制御部での増幅利得の時定数を小さくすべきかを判断し、1フレームのヌルシンボルの区間の受信信号をエンベロープ検波し該エンベロープ検波信号の変動を検出して検出変動が大きい場合には自動利得制御部での増幅利得の応答時定数を小さくし；1フレームの区間の受信信号をエンベロープ検波しヌルシンボルと他のシンボルとのエンベロープ検波信号レベルを求め他のシンボルに対してヌルシンボルのエンベロープ信号レベルの割合が所定値より小さい場合には自動利得制御部での増幅利得の応答時定数を小さくし；1フレームの区間の受信信号をエンベロープ検波し該エンベロープ検波信号の変動を検出して検出変動が大きい場合には次のフレームで自動利得制御部での増幅利得の応答時定数を小さくし；受信モードに応じて、1フレームの区間の受信信号をエンベロープ検波し該エンベロープ検波信号の変動を検出して検出変動が大きい場合には自動利得制御部での増幅利得の応答時定数を小さくし；前記ベースデータ信号を周波数分析し、誤り訂正処理を行った後の復調エラー信号を入力して該復調エラー信号が所定レベルよりも大きくエラーが多い場合には受信信号の変動が大きいとして自動利得制御部での増幅利得の応答時定数を小さくし；前記ベースデータ信号を周波数分析し、1フレームのマルチキャリアの各レベルについて今回のフレームと前回のフレームとを比較して今回フレームが小さい場合には受信信号の変動が大きいとして自動利得制御部での増幅利得の応答時定数を小さくする。この手段により周囲の状況、受信モードを考慮してマルチパスに起因し、さらには妨害波に対する受信状態の変動を正確に検知しAGCの応答時定数を制御し滑らかなAGC動作が可能になる。

【0008】さらに、受信信号から変換されたベースデータ信号の帯域を制限する帯域通過フィルタを設け、前記受信レベル変動検出部は前記受信レベル変動検出部は1フレームのヌルシンボルの区間の受信信号をエンベロープ検波し該エンベロープ検波信号の変動を検出して検出変動が大きい場合には前記帯域通過フィルタの帯域を

狭くし；さらにデジタルオーディオ放送を受信するアンテナに入力レベルを減衰するアッテネータを設け、前記受信レベル変動検出部は前記受信レベル変動検出部は1フレームのヌルシンボルの区間の受信信号をエンベロープ検波し該エンベロープ検波信号の変動を検出して検出変動が大きい場合には前記アッテネータの減衰量を大きくする。この手段により妨害波除去性能が向上する。

【0009】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は本発明に係るデジタルオーディオ受信装置の例を示す図である。本図に示す如く、デジタルオーディオ受信装置にはデジタルオーディオ放送を受信するアンテナ1にフロントエンド(F/E)2が接続される。フロントエンド2は受信信号を高周波増幅し、AGC電圧により高周波増幅の利得を可変にする。また、フロントエンド2には時定数が可変にできるRC回路からなる応答変更部21が設けられている。AGC電圧は応答変更部21を経由して高周波増幅の利得制御に使用される。さらに、フロントエンド2には、アンテナとその端子の間に位置するアッテネータ22が設けられる。アッテネータ22は妨害波が混入したときにこれを除外するものである。

【0010】直交復調部3はフロントエンド2で増幅された高周波信号を直交復調してベースバンド信号に変換する。そして直交復調部3は変換信号の直流成分を抽出し電界強度情報を得て、これに基づいてAGC電圧を形成してフロントエンド2に出力する。帯域通過フィルタ(BPF)4は周波数帯域幅1.5MHzのベースバンド信号を抽出するが、帯域幅2.0MHzから2.5MHzの範囲で可変にすることができる。伝送路復号化回路5は、帯域通過フィルタ4を通過したベースバンド信号を高速フーリエ変換(FFT)を行い、データを復号化し誤り訂正などの処理を行う。オーディオ復号化部6は伝送路復号化回路5の出力データをさらに音声圧縮の復号を行い、デジタル・アナログ変換を行い、パワーアンプ7、スピーカ8を経由して放送音を出力する。表示部9は伝送路復号化回路5からの出力データを表示する。

【0011】受信レベル変動検出部10はフロントエンド2の出力信号を入力して受信信号のレベルの変動を検出してフロントエンド2の応答変更部(RC回路)21の時定数を、以下の如く、変更する。なお、受信信号のレベルの変動が検出されない場合には、前記時定数が小さく、AGCは速い応答になっている。図2は受信レベル変動検出部10の構成例を示す図である。本図に示す如く、フロントエンド2の出力を入力する側に抵抗101及びコンデンサ102からなるエンベロープ検波部が設けられる。エンベロープ検波された信号はダイオード103を経由して半波整流される。比較部104は半波整流された信号のレベルが所定レベルV1よりも大きく

なると高レベルを出力する。なお、所定レベルV1は正常な受信レベルかを判断する基準である。カウンタ105は比較部104の立ち上がりでカウントアップし、伝送路復号化回路5から後述するMISチャンネルの最終データ検出によりクリアされ、1フレーム中に信号レベルが増加する回数C1をカウントする。比較部106はカウンタ105のカウント値C1を入力し所定カウント数C0よりも大きくなったら、高レベルになり、この出力により、フロントエンド2の応答変更部21で時定数が大きくなるように変更される。これによりAGCの応答は遅くなる。所定カウント数C0は時定数を変更する判断基準であり、マルチパスの影響、つまりビルの谷間にある等の受信状況を考慮して決定される。以下に、受信レベル変動検出部10の動作を説明する。

【0012】図3は受信レベル変動検出部10のエンベロープ検波等を説明する図である。本図(a)に示す如く、受信信号に変動が無いと、エンベロープ検波により得られる信号は矩形波になる。本図(b)に示す如く、受信信号に変動があると、エンベロープ検波により得られる信号は変動する。本図(c)に示す如く、エンベロープ検波、半波整流された受信信号のレベルを検出して変動の程度を検出する。なお、AGCの信号は半波整流の波形の逆波形になっている。

【0013】したがって、本発明によれば、1フレームの区間をエンベロープ検波して、その検波波形からマルチパスの発生頻度を検知し、AGCの応答時定数を変え最適な受信状況とすることが可能になる。図4は図2の受信レベル変動検出部10の変形例を示す図であり、図5は図4の構成の動作を説明する図である。図4に示す如く、図2の構成と異なるのは、比較部104の出力の立ち上がりでカウント数をクリア・スタートしクロック信号をカウントするカウンタ205と、カウンタ205のクリア時のカウント数C3と基準カウント数C2とを比較する比較部206とである(図5参照)。カウント数C3はマルチキャリアによる信号レベルの変化の周期を示し、周期が短い場合には、フロントエンド2の応答変更部21に時定数が小から大に変更するように、つまり速い応答から遅い応答になるように変更させる。

【0014】図6は図2の受信レベル変動検出部10の変形例を示す図であり、図7は図6の構成の動作を説明する図である。図6に示す如く、図2の構成と異なるのは、ダイオード103の出力に、ヌルシンボル又はシンボルの信号の入力かを判別する比較部304と、抵抗305を経由してヌルシンボルのノイズレベルの大きさを判別してヌルシンボルのノイズレベルが大きい場合にフロントエンド2の応答変更部21に時定数を大きくさせる比較部306と、比較部304でヌルシンボルの入力と判断したときにスイッチをオフにしてダイオード103と比較部306との接続を行うスイッチ307とが設けられることである。図7に示す如く、基準電圧V2は

ヌルシンボルとシンボルとを信号レベルより判別するための基準であり、基準電圧V3はヌルシンボルのノイズレベルが大きいことを示す基準である。

【0015】このようにして、ヌルシンボルのノイズレベルが大きい場合にはAGCの応答を遅くする。これによりマルチパスの影響を除去することが可能になる。また、ヌルシンボルのノイズレベルが大きい場合には帯域通過フィルタ4の帯域幅を狭くする。これにより、妨害波を除去することが可能になる。また、ヌルシンボルのノイズレベルが大きい場合にはフロントエンド2のアッ

テネータ22の減衰量を大きくする。これにより妨害波を除去することが可能になる。

【0016】さらに、受信レベル変動検出部10は伝送路復号化回路5の誤り訂正処理で復調エラーの程度を示す復調エラー信号を入力し、この復調エラー信号レベルが大きい場合にマルチパスの影響が大きいので、フロントエンド2の応答変更部21に時定数を大きくAGCの応答を遅くするようにしてもよい。図8は図2の受信レベル変動検出部10の変形例を示す図である。本図に示す如く、図2の構成と異なるのは、ダイオード103の出力に、A/D変換器404 (Analog to Digital Converter) と、A/D変換器404により得られたデータ信号を用いてキャリアとノイズとのレベル比に基づいて時定数の変更を判断するキャリア/ノイズ判断部(C/N)405と、キャリア/ノイズ判断部405に接続されるD/A変換器406 (Digital to Analog Converter) とが設けられることである。

【0017】図9は図8のキャリア/ノイズ判断部405の動作例を説明するフローチャートである。ステップS1においてダイオード103の出力レベルがV2よりも大きいか否かを判断する。ステップS2においてV2よりも大きくシンボルの信号であるのでレベルをVCとして記憶する。ステップS3においてV2よりも小さくヌルシンボルの信号であるのでレベルをVNとして記憶する。ステップS4において、キャリアとノイズのレベルの比としてVC/VNを求める。ステップS5においてVC/VNがKよりも大きいならばマルチパスが無いとして時定数を小とする判断を行う。ステップS6においてVC/VNがKよりも小さいならばマルチパスがあると

して時定数を大とする判断を行う。ここにKはマルチパスの影響有無の判断を行う基準値である。

【0018】図10は図8の受信レベル変動検出部10による時定数の設定時期を説明する図である。本図に示す如く、1フレーム区間の間に得たVC/VNの判断を基に、次のフレームに対して時定数の設定を行う。設定時期を明確にすることにより、安定した制御が可能になる。さらに、受信レベル変動検出部10は伝送路復号化回路5の高速フーリエ変換(FFT)の結果である、前回のマルチキャリアのそれぞれのレベル L_i と、今回のマルチキャリアのそれぞれのレベル L_i' とを入力す

る。

【0019】図11は長い周期で変化するマルチキャリアのレベルの例を示す図である。本図に示す如く、高速フーリエ変換により得られる前回と今回とのマルチキャリアのレベル変化について、マルチキャリアのレベルが、下記式(1)を満たす場合には受信レベル変動検出部10は時定数を大きくすべしと判断し、下記式(2)を満たす場合には時定数を小さくすべしと判断する。

【0020】

【数1】

$$\sum_{i=1}^n (L_{i'} - L_i) < -k \quad \dots (1)$$

$$\sum_{i=1}^n (L_{i'} - L_i) > k \quad \dots (2)$$

k : 変動有無の判断基準

n : 1536 (モードIの場合)

【0021】このようにして、フレーム毎の結果により長い周期の変動に対して安定させることができる。なお、OFDMの動作モードI、II、IIIではフレーム長、ヌルシンボル長等種々の特性が異なるが、これらの相違にかかわらず受信レベル変動検出部10はモードI、II、IIIに適用可能である。

【0022】

【発明の効果】以上の説明により、本発明によれば、マルチパスによる受信信号の変動に応じてAGCの応答時定数を制御するので安定した受信が可能になった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るデジタルオーディオ受信装置の例を示す図である。

【図2】受信レベル変動検出部10の構成例を示す図である。

【図3】受信レベル変動検出部10のエンベロープ検波等を説明する図である。

【図4】図2の受信レベル変動検出部10の変形例を示す図である。

【図5】図4の構成の動作を説明する図である。

【図6】図2の受信レベル変動検出部10の変形例を示す図である。

【図7】図6の構成の動作を説明する図である。

【図8】図2の受信レベル変動検出部10の変形例を示す図である。

【図9】図8のキャリア/ノイズ判断部405の動作例を説明するフローチャートである。

【図10】図8の受信レベル変動検出部10による時定数の設定時期を説明する図である。

【図11】長い周期で変化するマルチキャリアのレベル

の例を示す図である。

【図12】デジタルオーディオ放送に関するデータのフレームを説明する図である。

【符号の説明】

1…アンテナ

2…フロントエンド

3…直交復調部

4…帯域通過フィルタ

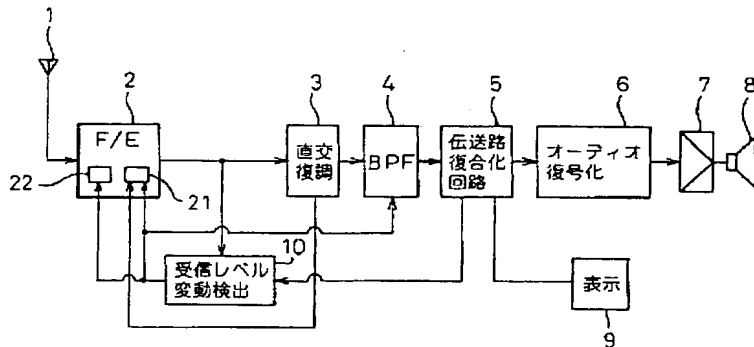
5…伝送路復号化回路

10…受信レベル変動検出部

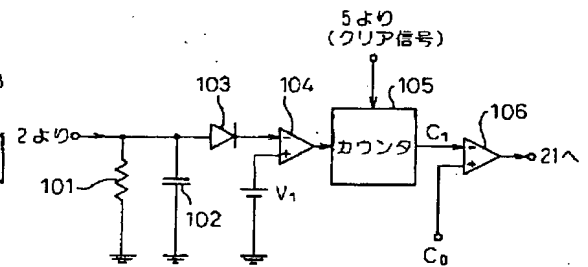
21…応答変更部

22…アッテネータ

【図1】

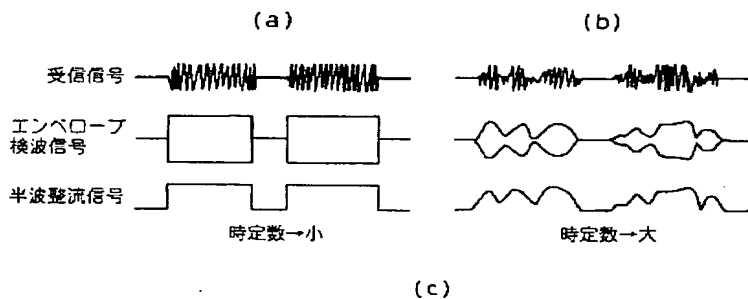


【図2】

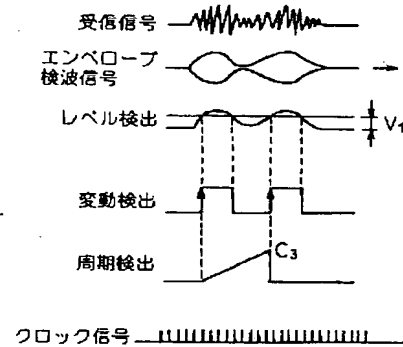
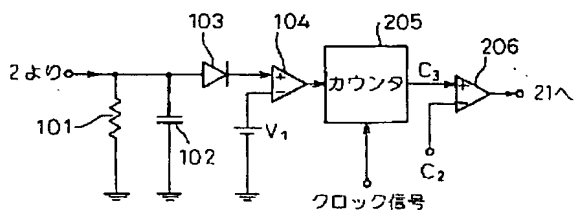


【図5】

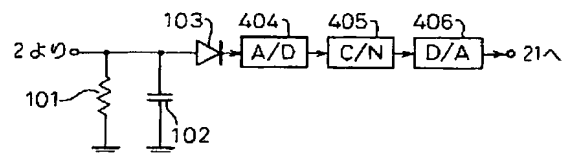
【図3】



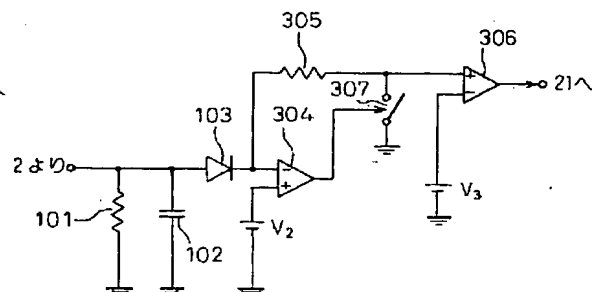
【図4】



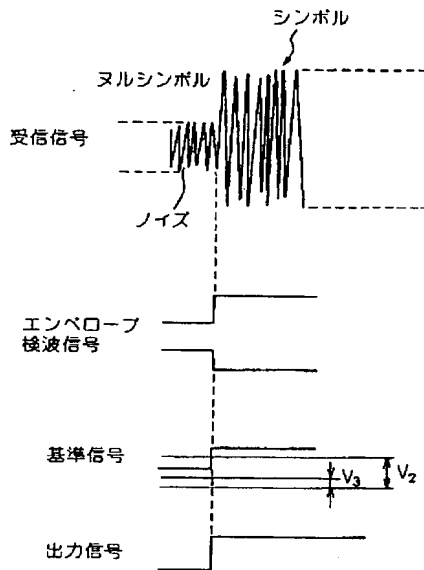
【図8】



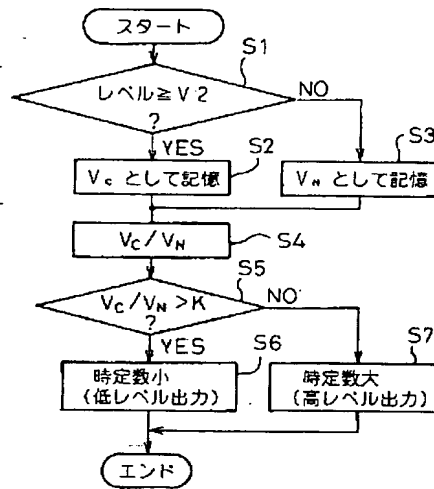
【図6】



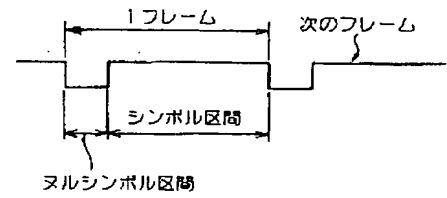
【図7】



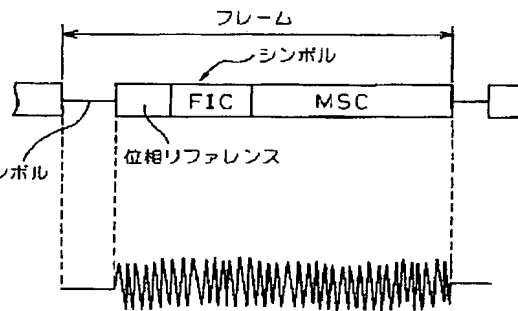
【図9】



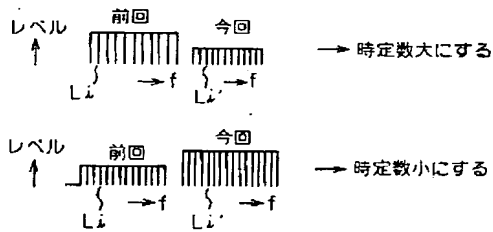
【図10】



【図12】



【図11】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.